

# IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN PROFESORES DE CIENCIA EN FORMACIÓN A TRAVÉS DEL ENFRENTAMIENTO A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Mario Quintanilla

*Pontificia Universidad Católica de Chile*

Manuel Martínez

*Universidad de Santiago de Chile*

Franklin Manrique

*Pontificia Universidad Católica de Chile*

Jocelyn Reinoso

*Universidad de Chile*

**RESUMEN:** El presente trabajo forma parte de una línea de investigación (Fondecyt 1110598) en el área de formación inicial de profesores de ciencia que pretende identificar, caracterizar y evaluar competencias de pensamiento científico (CPC) que desarrollan docentes de química y biología en formación. Nos propusimos analizar dicha noción y caracterizarla lo más densamente posible; comprender las diferentes formas en que se manifiesta y actúa respecto a la construcción de conocimiento profesional, la evaluación y los procesos formativos correspondientes; generando así líneas de base, a partir de las cuales se pudo estimar las transformaciones y desarrollos que van experimentando la 'profesionalidad temprana de los maestros' respecto a la promoción de CPC.

**PALABRAS CLAVE:** Competencias de Pensamiento Científico, Formación docente.

## OBJETIVO

- Identificar, caracterizar y evaluarla noción de competencias de pensamiento científico (CPC) de un colectivo de profesores en formación de química y biología mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas.
- Favorecer mediaciones profesionales para la apropiación de los futuros docentes de química y biología, de modos de enseñanza de las ciencias en la escuela.

---

## MARCO TEÓRICO

### ¿Por qué identificar, caracterizar y evaluar CPC en el profesorado de ciencia en formación?

Como lo hemos planteado en otros artículos en la misma materia, en la actualidad existe bastante consenso en las instituciones formadoras de profesores de ciencia respecto a que la enseñanza de la solución de problemas científicos en la escuela o en la formación del profesorado es uno de los medios principales para el desarrollo del ‘pensar teórico’ para propiciar la formación de una ‘cultura científica – escolar’ en los alumnos y maestros que favorezca así mismo ambientes de aprendizaje creadores y ricos en densidad metacognitiva (Angulo, 2008; Copello, 2006; Izquierdo, 2005; Labarrere & Quintanilla, 2002, 2006). Nuestra idea original es introducir en la discusión tres procesos fundamentales a saber: los fundamentos epistemológicos y las concepciones teóricas de la formación científica del profesor en formación, las racionalidades teóricas acerca de las CPC, su estructura y evaluación en la construcción de conocimiento profesional y el desarrollo de planos de análisis de resolución de problemas científicos en ambientes intencionados de aprendizaje. Por tanto, el tránsito al pensamiento científico y la cultura en este dominio del conocimiento, como aspectos primarios a atender en la transposición didáctica, marca una toma de conciencia de que el aprendizaje basado simplemente en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de recursos algorítmicos y heurísticos, resultan insuficientes, para que el profesorado o el estudiante alcance una verdadera competencia en la comprensión de los fenómenos científicos (Cardelhead, 1991). En este sentido, también se reconoce la necesidad de trascender la representación del profesor individual como sujeto del aprendizaje y se comienza a considerar un “sujeto colectivo”, es decir el grupo de profesores que trabaja en equipo y actúa como comunidad profesional generadora de conocimientos y procesos básicos a partir de los cuales se debe llevar a cabo la educación científica bajo ciertos modelos de realidad, conocimiento y aprendizaje donde la didáctica de las ciencias establece un dominio propio de significados (Izquierdo, 2005, Labarrere & Quintanilla, 2005).

En este contexto, compartimos una noción de Competencia de Pensamiento Científico (CPC), entendida como la capacidad de las personas para afrontar situaciones nuevas a partir de los conocimientos aprendidos, lo que se contempla tanto en el ámbito cognitivo, valórico y cultural y, tal como lo señala Labarrere (2006), dependen del sujeto y de su contexto. Así, al basarlas en basada en el enfrentamiento a la resolución de problemas, se enfocan en que los estudiantes puedan leer, escribir, pensar, explorar, captar, formular, percibir, argumentar y explicar el conocimiento científico de una manera ágil y comprensiva, con el fin de demostrar de manera no reproductiva, que son capaces de comprender la ciencia (Chamizo e Izquierdo, 2007; Jiménez, 2010; Maudsley & Strivens, 2000; Quintanilla, 2006).

Pese a que las CPC, tal como se han conceptualizado desde las más diversas direcciones presentan una naturaleza elusiva, nuestro intento ha estado dirigido a conformar una representación de las mismas que no se limita a determinar la manera de hacer, sino a la vez a poner de manifiesto las cualidades de lo que hemos denominado “sujeto competente” o ‘profesor competente’. Desde nuestra mirada, el sujeto competente se constituye como actor y agente particular de la acción, ajustada inteligentemente a las circunstancias, capaz de adaptar o ajustar el contexto a sus necesidades y con un pensamiento capaz de identificar situaciones problemáticas y de abordarlas con la conciencia de los recursos propios que constituyen su perfil personal de actuación y de comunicación en el aula (Quintanilla et al, 2009). Desde esta consideración la CPC emerge como un atributo del sujeto, es competente no la competencia, sino el sujeto, lo cual determina una actuación permanente y sistemáticamente dirigida a poner de evidencia el sustrato personal del actuar competente, así como la valoración y evaluación de la manera en que los distintos sujetos identifican, enfocan y resuelven las situaciones a que se enfrentan (Martínez, M. & Rué, J. 2004; Rauch, 2004)

---

## METODOLOGÍA

### Fases de trabajo

Las fases del proyecto se divide en dos años:

- **En el primer año** del proyecto se decidió trabajar con el profesorado en química y biología en formación en dos instituciones. Los profesores en formación del estudio se encontraban cursando asignaturas de primero a cuarto año, y sesondearon sus representaciones sobre competencias de pensamiento científico (CPC), sobre la coherencia del discurso curricular, sus representaciones sobre la enseñanza de la ciencia en la escuela y sus modos de entender y evaluar los aprendizajes estudiantiles para la obtención preliminar de líneas de base, aplicando para ello un cuestionario cuyo propósito fue la identificación de tres ejes que orientaron las preguntas de grupos de discusión (competencias científicas, resolución de problemas, aprendizaje de la química y la biología). La muestra total fue de 120 profesores en formación. A partir de los resultados se trabajó con una muestra reducida de las dos instituciones, que cumpliera el criterio de ejecución de su práctica (intermedia y/o final). Este grupo total de 8 profesores en formación fueron encuestados previamente en grupo de discusión y posteriormente en una entrevista personal semi-estructurada y se aplicó un cuestionario que consta de ocho (8) dimensiones, para dar cuenta de las nociones epistemológicas de ciencia y su enseñanza y que se han desarrollado en otras investigaciones (Quintanilla, et al, 2006).
- **En el segundo año**, con el grupo reducido, se dispuso a trabajar con ellos bajo una lógica de Talleres de Reflexión Docente (TRD) para diseñar una mediación tendiente a la apropiación y rediseño crítico de instrumentos de identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico basado en el enfrentamiento a la resolución de problemas (ABERP) relativos a contenidos presentes en los planes y programas vigentes en cursos específicos de sus carreras en tópicos de química y biología, en una adaptación coherente con los antecedentes teóricos del estudio sobre los modos de aprender de los profesores en formación y cómo ellos a partir de estas racionalidades desarrollan instrumentos y estrategias de identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico basado en el enfrentamiento a la resolución de problemas. Las sesiones de TRD fueron estructuradas en cuatro momentos: un primer momento de sensibilización teórica y lectura de bibliografía especializada en didáctica de las ciencias y la química en particular; un segundo enfocado a la resolución de una tarea específica, y un tercer y último momento orientado al debate e intercambio de ideas y evaluación de la sesión del taller. Dichas elaboraciones fueron sistematizadas y codificadas con ayuda del Software Atlas TI.

Así mismo, los profesores en formación participantes diseñaron e implementaron propuestas de intervención de aula en diferentes de cursos de educación media para la enseñanza de reacciones químicas de óxido reducción, principio de Le Chatelier, estequiometría, soluciones en I y II medio, naturaleza de las ciencias, estructura celular, alteraciones en los ecosistemas y reacciones ácido-base, orientadas al enfrentamiento y resolución de problemas, a partir de una Matriz de Diseño Didáctico que problematiza la planificación de tales actividades a partir de la reflexión sobre el *qué, para qué, cómo y para qué CPC enseñar* las nociones seleccionadas por los profesores en formación, y las fases del Ciclo de Aprendizaje Constructivista. Durante esta fase se grabaron y transcribieron los focos grupales, las entrevistas, los talleres y las clases de los profesores en formación donde implementaron sus diseños de los TDR. Adicionalmente, se transcribieron todas las producciones de estos docentes, para levantar un relato comprensivo de ambas actividades mediadoras para la apropiación docente de la actividad

---

científica escolar', Y a partir de estos relatos se buscaron regularidades mediante el uso de software de análisis cualitativo de datos (Atlas.ti).

## RESULTADOS

### Primera fase (Año 1)

En las tres dimensiones Enseñanza de las ciencias (EC), Aprendizaje (AC) y Competencias de Pesamentocientífico(CPC), los profesores en formación presentan resultados semejantes, dando origen a una postura híbrida en las visiones epistemológicas.

Los resultados indican que las representaciones de los profesores en formación en química son híbridas en la dimensión EC. Sus ideas median entre una visión sobre la enseñanza de las ciencias de forma memorística por un lado y, por otro, una visión integrada con la vida cotidiana que les permita interpretar el mundo con la teoría. Bajo esta visión, el docente es quien ha de proporcionar las herramientas para que el alumno descubra y construya su propio aprendizaje de las ciencias, como un proceso de investigación y experimentación, reconociendo la importancia de la experimentación (contextualización) y el aprendizaje de las habilidades necesarias para llevar a cabo diversas tareas que involucra el pensamiento científico.

En relación a la dimensión AC, ocurre algo similar con la dimensión EC. Los profesores en formación tienen posturas híbridas entre constructivistas y dogmáticas. Es decir, por un lado para estos profesores en formación, el aprendizaje es significativo cuando el sujeto que aprende se apropia de él. Y esta apropiación faculta descomponer y recomponer la información. Adicionalmente, el conocimiento científico se adquiere por medio de un proceso colectivo o individual, en donde se relacionan los conocimientos previos con los nuevos, de manera de asumir el aprendizaje de la ciencia como un proceso de desarrollo continuo, dinámico y permanente (Quintanilla, 2006).

En relación a la dimensión CPC, los profesores en formación presentan una valoración positiva y concuerdan en que es importante la promoción y el desarrollo de habilidades y destrezas, pues esto contribuye al desarrollo de las competencias del pensamiento científico para autorregular los aprendizajes (visión constructivista), pero a la vez, también valoran el desarrollo CPC, a través de objetivos claros y precisos (visión dogmática).

### Segunda fase (Año 2):

El análisis de los datos de la segunda fase se encuentra en desarrollo. Esperamos en el Congreso presentar los resultados de esta fase.

## CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que los datos del segundo año del proyecto aún se encuentran en fase de análisis, podemos concluir de manera preliminar e inacabada que las producciones de los profesores en formación, tanto durante los TRD como en la fase de diseño e implementación de sus Unidades Didácticas, evidencia una tendencia a trabajar los contenidos en lugar de habilidades, resaltando el rol emocional del docente por sobre el investigativo, reflexivo o intelectual en lo que respecta a la formación, y la presencia de factores externos al aula como los obstáculos más notables. Por otra parte, las nociones debatidas y analizadas durante el desarrollo de los TRD demuestran una persistente consolidación de modelos no constructivistas, donde si bien logran reconocer y comprender en términos generales las

---

diferencias sustanciales con los modelos teórico-empíricos más tradicionales, sus prácticas docentes (PD) se orientan preferentemente a modelos híbridos, evidenciando una importante tensión no resuelta entre memorización/contenidos/calificación y resolución/habilidades/autorregulación. Así mismo, la reflexión promovida a partir de la lectura de textos en los TRD donde son los profesores guías quienes van englobando y dando forma a los comentarios de los alumnos participantes. Sin embargo, la transcripción de las sesiones deja ver que el discurso está guiado principalmente por el material docente y en mucha menos medida por la propia reflexión de los alumnos que se están preparando para ser profesores.

En cuanto al diseño e implementación de las secuencias de enseñanza aprendizaje para la enseñanza de reacciones químicas de óxido reducción, el principio de Le Chatelier, estructura celular, alteraciones en los ecosistemas y reacciones ácido-base, con los profesores en formación participantes, este mismo carácter híbrido se manifiesta en tránsitos y tensiones constantes sobre la permanencia y coherencia de los profesores en formación respecto a su discurso declarado, las producciones escritas y las intervenciones en el aula, reflejadas en aspectos como el tipo de CPC declaradas en las propuestas de intervención inicialmente planteadas por los profesores en formación de demanda cognitiva de las actividades propuestas para las sesiones de clase, las habilidades y recursos a promover durante tales UD's, la escasa inclusión de aportes de las investigaciones en didáctica de las ciencias para el diseño de sus propuestas de intervención en el aula, empleo de modelos analógicos inacabados, etc. Estas contradicciones provienen tanto de la formación personal de cada uno desde el colegio y luego la universidad, hasta la interacción que se da con la institucionalidad, esto tanto desde el rol del profesor, el currículum, la planificación, pero también desde el conocimiento o desconocimiento de las capacidades y conocimientos que pueden entregar a los estudiantes y las formas de llevarlo a cabo.

El estudio desarrollado a la fecha entrega información que nos permite evidenciar las representaciones iniciales de profesores de química y biología en formación. Los datos invitan a reflexionar sobre cómo optimizar los procesos formadores de la universidad, poniendo énfasis en las prácticas educativas.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto FONDECYT1110598 dirigido por el Dr. Mario Quintanilla Gatica, del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) en consorcio con las universidades: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Santiago, Universidad Santo Tomás y Universidad Central, contando con el patrocinio institucional de la Comisión de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), por el desarrollo de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Abell, S. (2000). *Science Teacher Education. An International Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Angulo, F. (2008) La reflexión de los profesores de biología en el aula. Un estudio
- Camacho, J. y Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la Historia de la Ciencia. Retos y desafíos para promover competencias cognitivolingüísticas en la química escolar. *Ciência y Educação*. 14 (2), 197-212. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n2/a02v14n2.pdf>
- Cardelhead (1991): Images of teaching: student teachers early and conceptions of classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 7 (1). pp.1-8.

- 
- Copello, M., (2006), Diarios dialógicos reflexivos en la formación inicial del profesor@ de ciencias y biología, en QUINTANILLA, M. y ADURIZ, A., En: *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*, Quintanilla, M.& Adúriz-Bravo,A.(eds.). Ediciones Universidad Católica de Chile, Cap.
- Kuhn, D. (1991). *The Skills Of Argument*, Cambridge University Press, New York.
- Kuhn, D. (1993). Science As Argument: Implications For Teaching And Learning Scientific Thinking. *Sci. Educ.* 77(3): 319–337.
- Kuhn, D. (1999). A Developmental Model Of Critical Thinking. *Educ. Res.* 28: 16–25.
- Kuhn, D., & Pearsall, S. (2000). Developmental Origins Of Scientific Thinking. *Journal Of Cognition&Development*, 1(1), 113-129. Retrieved From Academic.
- Labarrere A. & Quintanilla, M. (2002) La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *RPE*. Vol.30 pp 121-138.
- Martinez,M. & Rué,J (2004) Les competencies en la revisió dels Plans d'estudis de la UAB en funció dels paràmetres dels ECTS, ICE, UAB, 2004, Barcelona.
- Maudsley, G. y Strivens, J. (2000): 'Science', 'critical thinking' and 'competence' for *Tomorrow's Doctors*. A review of terms and concepts. *Medical Education*. Volume 34, Número 1. pp. 53–60, January.
- Quintanilla, M. (2006) Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*, Quintanilla, M.& Adúriz-Bravo, A.(eds.). Ediciones Universidad Católica de Chile, Cap. 1. pp. 17-42.
- Rauch, F. (2004) *Competence Model for Teachers' Professional Practice*. Klagenfurt:
- Ravanel, E. y Quintanilla, M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de biología en activo sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencia*. Vol 9 (7), pp. 111 – 124.